

매실청 제조조건에 따른 시안배당체 함량과 품질 특성

배시연¹ · 장채민² · 박수원¹ · 이현준³ · 이지현³ · 이광원⁴ · 김현석^{1,2*}

¹경기대학교 일반대학원 식품생물공학과, ²경기대학교 바이오융합학부 식품생물공학전공,
³중앙대학교 식품공학과, ⁴고려대학교 일반대학원 생명공학과

Cyanogenic Glycoside Content and Quality Characteristic of Maesil (*Prunus mume*) Chung according to its Preparation Conditions

Si-Yeon Bae¹, Chae Min Jang², Su-Won Park¹, Hyunjun Lee³, Jihyun Lee³,
Kwang-Won Lee⁴, and Hyun-Seok Kim^{1,2*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Graduate School, Kyonggi University

²Major of Food Science and Biotechnology, Division of Bio-convergence, Kyonggi University

³Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

⁴Department of Biotechnology, College of Life Science and Biotechnology, Korea University

Abstract

This study investigated the changes in the cyanogenic glycoside (CN-Glc) content of maesil chung (MC) prepared according to its preparation conditions (i.e., maesil part, sugar type, maesil-sugar mixing ratio, liquid separation) and sugaring-ripening period and the quality characteristics of their products finalized through filtration and heat treatment (85°C, 30 min) with the 6-month ripened MC. The CN-Glc content dramatically decreased when the maesil flesh, isomaltooligosaccharide, maesil:sugar ratio of 5:5, and liquid separation after the 4-month sugaring were applied to the MC production. The CN-Glc content decreased with the ripening period. There was no effect of filtration and heat treatment on the CN-Glc reduction of the MC product. The sugar type predominantly affected the soluble solid and total carbohydrate content of the MC products, and their contents increased in the order of high-fructose corn syrup > sucrose > isomaltooligosaccharide. The MC product at a maesil:sugar ratio of 6:4 exhibited the higher organic acid content. There was no direct association between the total polyphenolic compound content and the preparation conditions of the MC product. Overall, the use of maesil flesh as a maesil ingredient and more than 6-month ripening after liquid separation may be a pivotal factor in producing the cyanogenic glycoside-reduced maesil chung.

Keywords: maesil, maesil chung, amygdalin, prunasin, quality characteristic

서 론

코로나 팬데믹 사태가 장기화하며 우리 사회의 다양한 분야에서 유의미한 변화가 나타났고, 이런 변화는 소비자들의 식품 소비 패턴에서도 역시 관찰되고 있다(Chenarides et al., 2020; Efimov et al., 2020). 외식 소비가 줄어들며 집에서 다양한 재료를 활용해 직접 음식을 만들어 섭취하거나, 1인 가구의 증가로 더 간편하게 끼니를 해결하고 있다(Lee & Ryu, 2022). 특히 건강 중시 식품 소비 경향이 확산하며 다양한 영양소 및 건강에 이로운 성분이 다량 함

유된 식자재가 주목받고 있다(Lamarche et al., 2021). 과일류는 건강 지향 경향에 주목받는 식자재로, 최근 식품의 다양화 및 고급화 경향으로 음료류, 다류 및 기타 가공식품의 원료로 빈번히 활용되고 있다(Kwon et al., 2013). 2017년 한국농촌경제연구원의 조사에 따르면, 국내 생산하는 주요 과일(사과, 배, 단감, 포도, 복숭아, 귤, 유자, 자두 등)의 전체 연간 생산량 중 가공용 원료로 사용되는 비중은 10% 내외이며, 기타 과일 중 가공용으로 사용되는 비중은 감은 19.3%, 매실은 17.2%로 감과 매실의 사용량은 지속해서 증가하고 있다(Park et al., 2017).

매실(*Prunus mume*)은 장미과의 매화나무 열매이며, 원산지는 중국 동남부 지방으로 알려져 있고, 한국, 중국, 일본에서 널리 자생 및 재배하고 있다(Ko & Yang, 2009). 매실은 알칼리성 식품으로 다른 과일보다 citric acid, malic acid 등 유기산과 루틴(rutin), β-sitosterol 등 생리활성 성분을 다량 함유하고 있어(Shim et al., 2002; Park et

*Corresponding author: Hyun-Seok Kim, Major of Food Science and Biotechnology, Division of Bio-convergence, College of Convergence and Integrated Science, Kyonggi University, Suwon 16227, Korea
Tel: +82-31-249-1319; Fax: +82-31-249-9604
E-mail: khstone@kyonggi.ac.kr
Received October 23, 2023; revised October 31, 2023; accepted October 31, 2023

al., 2008; Ko & Yang, 2009), 식용이나 약재로 호흡기 및 소화기 질환 등에 예로부터 사용되어왔으며(Cho et al., 2019). 또한 최근 연구에 따르면 매실 원료 및 가공식품(매실청, 매실주, 매실 음료, 매실장아찌 등)은 항산화, 항암, 항균, 항당뇨와 간 및 위장 기능 개선 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(Sheo et al., 1990; Otsuka et al., 2005). 이와 같은 다양한 건강 증진 기능으로 국내산 매실(Choi & Koh, 2016)은 최근 매실청, 매실주, 매실 음료, 매실차, 매실장아찌 등 매실 가공식품의 원료로 널리 활용되고 있으며(Go et al., 2018), 특히 매실청은 건강식품으로 인식되어 널리 소비되고 있다(Tsuchida et al., 2019; Ramalingam et al., 2022).

하지만 매실의 씨에 아미그달린(amygdalin) 및 프루나신(prunasin) 같은 시안배당체를 함유하고 있고, 이들은 씨로부터 과육으로 이행되어 과육에도 상당한 수준으로 함유하고 있어(Yildirim et al., 2014), 매실 가공품도 필연적으로 시안배당체를 함유하게 된다. 시안배당체 자체는 독성이 미미하거나 없지만(Go et al., 2018; Kim et al., 2018), 매실 내 β -glucosidase에 의한 분해 작용으로 강한 독성의 시안화수소(HCN)가 생성될 가능성이 있어(Barakat, 2020) 소비자들의 매실 가공제품에 관한 우려가 커지고 있다. 시안화수소는 고체, 액체, 기체 형태로 존재하고(Jaszczak et al., 2017) 체내 신속히 흡수될 수 있어(Borron & Baud, 2012) 과다 섭취 시에는 급성 시안 중독을 유발하여 저혈압, 마비, 혼수상태, 만성 중추신경계 이상을 일으키고 심하면 사망에 이를 수 있다. 그래서 매실을 원료로 하는 매실청, 매실주 등 매실 가공식품의 시안배당체 함량에 대한 관리와 저감 방안 개발이 필요하다(Humbert et al., 1977; Shragg et al., 1982; Suchard et al., 1998). 매실 및 매실청의 시안배당체 저감에 관한 연구는 다수 보고되고 있으나(Kim et al., 2002; Choi & Koh, 2016; Go et al., 2018; Kim & Yoo, 2021; Ramalingam et al., 2022), 매실청의 제조조건에 따른 시안배당체 함량 저감화 공정은 현재까지 명확히 확립되지 않고 있으며 매실청의 이화학적 특성 및 관능적 품질 특성에 대한 체계적 연구는 극히 제한적이다.

따라서 본 연구는 매실청의 당침 및 숙성 기간, 매실 부위, 당침 비율, 당 종류를 달리하여 제조한 매실청의 제조조건별 시안배당체 함량을 조사하여 시안배당체 저감 매실청의 제조조건 확립에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

청매실은 경상남도 하동군에 있는 슬로푸드 (주)농업회사법인(Hadong, Gyeongsangnam, Korea)에서 2022년 6월 13일에 수확된 것을 구매하여 사용하였다. 정백당은 백설(CJ Cheiljedang Co., Suwon, Korea)의 것을, 이소말토올리고당

과 고과당은 인그리디언(Ingredion Korea, Seoul, Korea)의 것을, 담금주(알코올 35%)는 (주)두루전통양조(Hongcheon, Gangwon, Korea)의 것을 시중에서 구매하였다. 아미그달린(amygdalin)과 프루나신(prunasin)은 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구매하였다. 매실청의 시안배당체와 품질 특성 분석에 사용된 시약과 용매들은 모두 HPLC급 이상의 것을 사용하였다.

매실청의 제조

청매실은 꼭지를 따고 씻어 표면수분을 제거한 후 일부는 씨를 제거하여 과육을 회수하였다. 열수 및 70% 에탄올을 이용하여 씻어 건조한 담금통에 준비된 청매실(씨와 과육)과 청매실 과육을 각각 정백당과 교대로 켜켜이 쌓고 가장 위층에는 정백당으로 덮은 후 담금주 약 190 mL를 가하여 밀봉하고 서늘한(15-20°C) 암실에 보관하였다. 같은 방식으로 준비된 매실(청매실과 청매실 과육)을 각각 이소말토올리고당 및 고과당과 준비된 담금통에 혼합한 후 담금주 약 190 mL를 가하여 밀봉하고 서늘한(15-20°C) 암실에 보관하였다. 매실과 당 혼합비율은 중량 기준으로 5:5와 6:4이었다. 제조조건별 매실청 제조는 청매실을 채취한 날로부터 3일 내 완료하였다. 정백당 및 액상당으로 담근 매실청의 담금통은 매일 뒤흔들어 각각 침전된 정백당의 분산과 매실로부터 용출된 수분에 의한 액상당의 농도구배를 제거하였다. 이와 같은 조작은 정백당이 모두 용해될 때까지 수행하였고, 이때를 당침 0개월 차로 하였다. 당침 기간은 4개월로 하였고, 숙성기간은 9개월로 하였다. 또한 4개월 당침이 완료되었을 때, 제조된 매실청의 50%는 매실청으로부터 매실 전체와 매실 과육을 분리하는 액분리를 수행한 후 회수된 매실청만 담금통에 넣어 밀봉한 후 숙성시켰고, 나머지 50%는 액분리 없이 숙성시켰다. 매실청은 당침 4개월 및 숙성 6개월 차까지 1개월 간격으로 시안배당체 분석 시료를 채취하였고, 숙성 9개월 차에 마지막으로 채취하였다. 채취한 매실청 시료는 -45°C에서 동결하여 보관하며 시안배당체 분석에 사용하였다. 또한 숙성 6개월 차에 상업용 매실청 제조 절차에 따라 매실청은 매실 전체와 매실 과육을 건져내고 감압여과하여 매실 펄프를 제거한 후 85°C에서 30분간 열처리하여 매실청 완성품을 제조하고 품질 특성을 분석하였다. 제조조건별 매실청 시료 매트릭스와 매실청 코드를 Table 1에 제시하였다.

시안배당체 정량

미리 결정된 숙성기간별 채취한 과일청 1 g은 탈이온수를 이용하여 3배 희석하여, 메탄올 2 mL와 탈이온수 2 mL로 활성화된 Sep-Pak C18 SPE cartridge (200 mg/3 cc, Waters, Milford, MA, USA)에 1 mL를 주입한 후 탈이온수(3 mL)를 이용하여 세척하고 methanol (1 mL)로 용출시켜 시안배당체를 회수하였다(Park et al., 2020; Zhong et

Table 1. Conditions for preparation of the maesil chung

Maesil part	Sugar type	Maesil:sugar ratio (w/w)	Treatment after sugaring	Sample code
Flesh Whole	HFCS ¹	5:5	None	FF5N WF5N
Flesh Whole	Sucrose			FS5N WS5N
Flesh Whole	IMO ²			FO5N WO5N
Flesh Whole	HFCS ¹	6:4	None	FF6N WF6N
Flesh Whole	Sucrose			FS6N WS6N
Flesh Whole	IMO ²			FO6N WO6N
Flesh Whole	HFCS ¹	5:5	Liquid separation ³	FF5S WF5S
Flesh Whole	Sucrose			FS5S WS5S
Flesh Whole	IMO ²			FO5S WO5S
Flesh Whole	HFCS ¹	6:4	Liquid separation ³	FF6S WF6S
Flesh Whole	Sucrose			FS6S WS6S
Flesh Whole	IMO ²			FO6S WO6S

¹High fructose corn syrup.²Isomaltooligosaccharide.³Procedure removing the aged maesil fruits from the maesil chung after sugaring for 4 months.**Table 2. LC-MS/MS analysis conditions for quantifying cyanogenic glycosides from maesil chungs**

Descriptions	Conditions
Instrument	Agilent Technologies 1290/6470TQ
Column type	Eclipse Plus RRHD C18 (2.1 mm × 50 mm, 1.8 μm)
Column temperature	35°C
Flow rate	0.3 mL/min
Mobile phase	A : 0.1% formic acid in water B : Acetonitrile (gradient method)
Injection volume	10.0 μL
Ionization mode	Electrospray ionization (ESI) positive mode
Nebulizer pressure	35 psi
Drying gas temperature (flow)	325°C (5 L/min)
Sheath gas temperature (flow)	350°C (11 L/min)
Capillary voltage	3.5 kV

al., 2020). 회수된 여액은 0.2 μm nylon syringe filter를 통과시킨 후 LC-MS/MS (Agilent Technologies 1290/6470TQ, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 시안배당체를 분리하였다. 시안배당체 분석을 위한 LC-MS/MS 기기 운전조건은 Table 2에 제시하였다. MRM (multiple reaction monitoring) mode로 시안배당체(amygdalin 및 prunasin)별 MRM

transition의 정량/정성 이온을 확인하였다. 아미그달린 모분자이온(m/z = 480.1)에 대한 딸이온은 m/z = 347.2, 373.9, 259.1로 설정하였으며, 프루나신 모분자이온(m/z = 318.1)에 대한 딸이온은 m/z = 184.9, 128.9, 121.0으로 설정하였다. 이들 이온 중 m/z = 347.2 (CE:30)를 아미그달린의 정량이온으로 설정하였고, m/z = 373.9 (CE:30)와 m/z = 259.1

(CE:34)를 아미그달린의 정성이온으로 설정하였다. 프루나신은 $m/z = 184.9$ (CE:16)를 정량이온으로 설정하였고, $m/z = 128.9$ (CE:16)와 $m/z = 121.0$ (CE:14)를 프루나신의 정성이온으로 설정하였다. LC-MS/MS 크로마토그램으로부터 얻은 시안배당체 정량이온 피크의 면적을 시안배당체 표준품을 이용하여 작성된 검정곡선을 이용하여 시안배당체 함량을 결정하였다.

가용성 고형물

매실청의 가용성 고형물은 굴절당도계(SBR-0080, Labntools, Seoul, Korea)를 사용하여 3회 반복하여 측정하였다.

총당

매실청의 총당 함량은 황산-페놀법을 이용하여 분석하였다. 희석한 매실청 1 mL에 5% phenol 수용액 1 mL와 진한 황산 5 mL를 순차적으로 가하여 혼합한 후 20분 동안 상온에 반응시키고 냉수욕조에서 20분간 냉각시켜 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당 함량은 포도당을 표준물질로 하여 작성된 표준곡선을 이용하여 결정하였다.

유기산

매실청은 syringe filter (nylon, 0.45 μ m, Hyundai Micro, Seoul, Korea)를 통과시킨 후 Eclipse XDB-C18 column (4.6 mm \times 250 mm, 5 μ m)이 장착된 HPLC (Shimadzu DGU-20A5R)에 5 μ L를 주입하여 215 nm에서 말산(malic acid)과 시트르산(citric acid)을 분리하였다. 이동상은 20 mM H_3PO_4 이었으며 유속은 1 mL/min으로 유지하였다.

총 폴리페놀성 화합물

매실청 100 μ L를 탈이온수 1000 μ L와 혼합하고 Folin-Ciocalteu's phenol (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) reagent 100 μ L를 가하여 혼합하여 암실에서 6분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer (Optizen POP, Mecasys, Daejeon, Korea)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀성 화합물(total polyphenolic compound) 함량은 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 하여 작성된 표준곡선으로부터 결정되었다.

통계 처리

매실청은 20 L 규모 담금통 기준으로 제조조건별 4개씩 제조하였고, 시안배당체 함량과 품질 특성은 적어도 제조조건별 담금통 1개당 2회 이상 반복하여 분석하였다. 분석된 특성치들은 SPSS (Statistics Package for Social Sciences, version 23.0, IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 one-way ANOVA 분석을 수행하였고, 평균 \pm 표준편차

로 나타내었다. 처리군의 평균값 사이 통계적 유의성은 95% 신뢰수준에서 Tukey's HSD test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

매실청의 시안배당체 함량에 관한 제조조건에 의한 영향

제조조건(매실 부위, 매실-당 혼합비율, 당 종류, 당침 후 액분리 여부)과 숙성기간에 따른 매실청의 아미그달린 및 프루나신 함량을 조사하여 각각 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 과실 전체 및 과육만으로 담근 매실청(이하 각각 매실청 및 매실과육청)은 당침기간 내 아미그달린과 프루나신 함량이 증가하여 당침 4개월 차에 최고치를 나타내었다. 이러한 경향은 Choi & Kim (2020)과 Park et al. (2020)이 당침 중 아미그달린이 증가하여 최고치에 도달한다고 보고한 결과와 유사하다. 본 연구에서 매실청의 아미그달린과 프루나신은 당침 4개월 차까지 지속해서 증가하거나 당침 1-2개월 차에 급격히 증가한 후 당침 4개월 차까지 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 반면 매실과육청은 당침 1개월 차에 급격한 증가 후 당침 4개월 차까지 미미한 증가를 나타내거나 당침기간 중 거의 일정한 수준을 유지하였다. 이러한 차이는 매실청의 경우 손상되지 않은 매실로부터 시안배당체가 삼투압에 의해 과육을 거쳐 과피를 통과하여 당액으로 용출되는 데 시간이 필요하지만, 매실과육청은 과육이 당액에 직접 노출되어 있어 삼투압에 의해 시안배당체가 신속히 당액으로 용출되기 때문으로 생각된다. 당침이 완료된 후 액분리 여부와 관계없이 매실청과 매실과육청의 아미그달린과 프루나신은 숙성기간에 따라 지속해서 감소하는 경향을 나타내었고 이는 Choi & Kim (2020)이 관찰한 것과 같았다.

매실 부위의 영향. 매실청과 매실과육청의 아미그달린은 각각 Fig. 1A, C & E와 Fig. 1B, D & F에, 프루나신 함량은 각각 Fig. 2A, C & E와 Fig. 2B, D & F에 나타내었다. 당침 중 시안배당체 최대치 기준으로 아미그달린은 매실청보다 매실과육청에서 약 7-8배 낮았고, 프루나신은 매실청보다 매실과육청에서 약 5-8배 낮았다. 이러한 결과는 매실의 과육이 씨보다 매우 낮은 수준으로 시안배당체를 함유하고 있기 때문이다(Kim et al., 2002; Cho et al., 2019). 또한 당침기간 중 매실청과 매실과육청 사이의 관찰된 시안배당체 함량 차이는 숙성기간에 걸쳐 그 차이가 유지되거나 더욱 커지는 경향이 관찰되었다.

당 종류의 영향. 고과당, 정백당 및 이소말토올리고당을 이용하여 제조한 매실청과 매실과육청의 아미그달린과 프루나신 함량을 각각 Fig. 1A & B와 Fig. 2A & B, Fig. 1C & D와 Fig. 2C & D 및 Fig. 1E & F와 Fig. 2E & F에 나타내었다. 당침기간 중 시안배당체 함량 차이는 숙성기간 중에도 대체로 유지하기 때문에, 당침기간의 시안배당체 함량에 기초하여 매실청 및 매실과육청의 시안배당

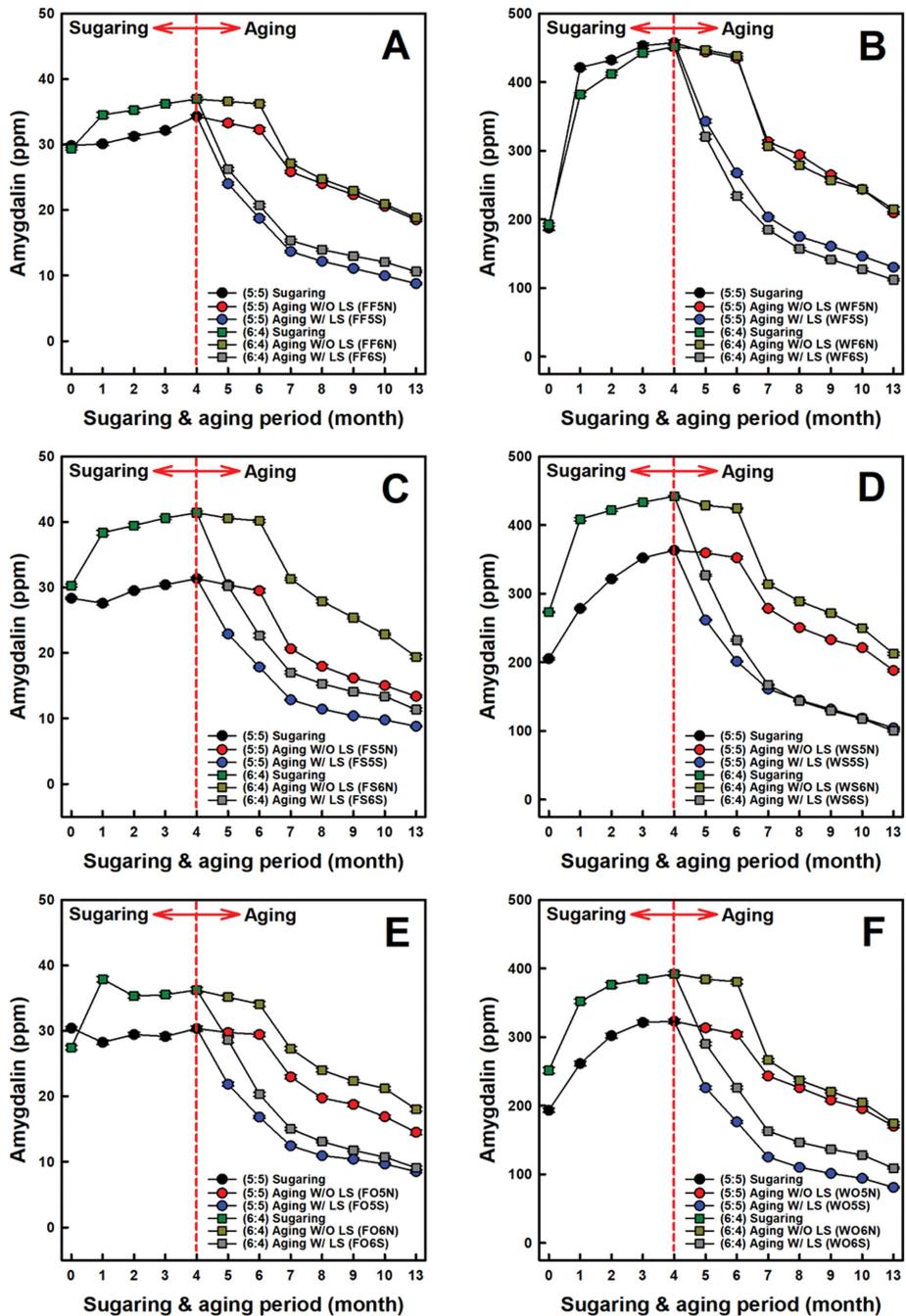


Fig. 1. Amygdalin contents of maesil chungs according to the preparation conditions (maesil part, maesil:sugar ratio, sugar type, liquid separation) and the aging period. A, maesil flesh chungs with the high-fructose corn syrup; B, whole maesil chungs with a high-fructose corn syrup; C, maesil flesh chungs with sugar; D, whole maesil chungs with sugar; E, maesil flesh chungs with isomaltooligosaccharide; F, whole maesil chungs with isomaltooligosaccharide; and LS, liquid separation.

체 함량에 대한 당 종류의 영향을 평가하였다. 매실청의 아미그달린과 프루나신 함량은 매실:당 혼합비율과 관계없이 고과당 > 정백당 > 이소말토올리고당 순서로 높은 수준을 나타내었다. 이는 매실청을 담글 때 사용된 당류의 삼투압의 크기 순서(고과당 > 정백당 > 이소말토올리고당)와 같다(Mun et al., 2019). 그래서 삼투압이 높을수록 매실로부터 가용성 성분들이 신속히 용출되기 때문이다(Mun et

al., 2019). 한편 매실:당 혼합비율이 5:5인 매실과육청의 아미그달린과 프루나신 함량은 당의 종류에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 매실:당 혼합비율이 6:4인 매실과육청의 아미그달린과 프루나신 함량은 정백당 > 고과당 ≈ 이소말토올리고당의 순서로 높았지만, 그 차이는 5 ppm 범위 내로 유의미하지 않았다. 전반적으로 매실과육청은 매실 과육이 당액에 직접 노출되어 있어 당 종류에 따른 삼투압의 차이

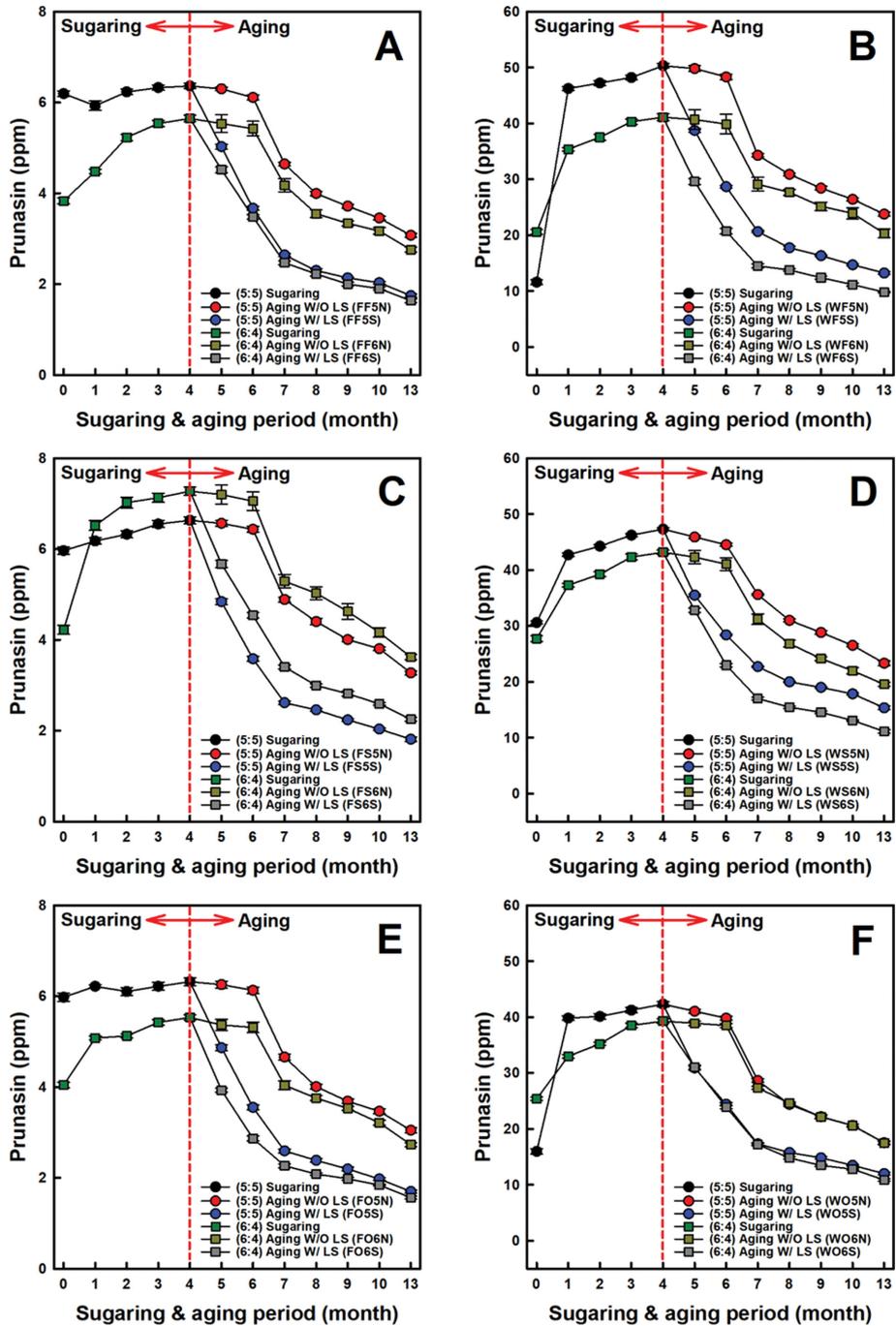


Fig. 2. Prunasin contents of maesil chungs according to the preparation conditions (maesil part, maesil:sugar ratio, sugar type, liquid separation) and the aging period. A, maesil flesh chungs with the high-fructose corn syrup; B, whole maesil chungs with a high-fructose corn syrup; C, maesil flesh chungs with sugar; D, whole maesil chungs with sugar; E, maesil flesh chungs with isomaltooligosaccharide; F, whole maesil chungs with isomaltooligosaccharide; and LS, liquid separation.

에 영향을 받지 않는 것 같다.

매실-당 혼합비율의 영향. 매실-당 혼합비율 5:5와 6:4로 담근 매실청과 매실과육청의 아미그달린과 프루나신 함량을 각각 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 고과당으로 담근 매실청(Fig. 1B)에서 매실-당 혼합비율 사이에 유사한 아미그달린 함량을 보인 것을 제외하고 모든 매실청과 매실과

육청에서 아미그달린 함량은 매실-당 혼합비율 6:4로 담근 것들이 매실-당 혼합비율 5:5로 담근 것 보다 유의적으로 높은 수준을 보였다(Fig. 1). 이와 같은 현상은 매실-당 혼합비율 6:4 처리군이 매실-당 혼합비율 5:5 혼합비율보다 매실의 양이 상대적으로 많기 때문으로 생각된다. 반면 프루나신 함량의 경우 정백당으로 담근 매실과육청(Fig. 2C)

을 제외하고 매실-당 혼합비율 5:5가 매실-당 혼합비율 6:4보다 높은 수준으로(Fig. 2) 아미그달린 함량에서 관찰된 경향과 반대의 경향을 나타내었다. 그러나 프루나신 함량의 경우 매실-당 혼합비율 5:5와 6:4 처리군들 사이의 함량 차이가 정백당으로 담긴 매실청(Fig. 2B)에서 약 10 ppm을 보이는 것 이외에 다른 매실청과 매실과육청에서는 1-3 ppm으로 매우 미미한 차이를 보였다. 결과적으로 프루나신 함량에 대해서는 매실-당 혼합비율의 영향은 매우 미미한 것으로 생각된다.

액분리 여부와 숙성기간의 영향. 액분리는 당침을 완료한 후 숙성하기 전 매실청으로부터 매실 과실 및 과육을 분리하는 과정을 말한다. 액분리 시 모든 매실청 및 매실과육청의 아미그달린과 프루나신 함량은 액분리 직후부터 즉각적으로 감소하기 시작하여 숙성 3개월 차까지 급격히 감소한 후 점진적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1 & 2). 반면 액분리 없이 숙성을 시작한 매실청과 매실과육청은 숙성 2개월 차까지 당침 4개월 차의 아미그달린 및 프루나신 함량과 유사한 수준을 유지하다 숙성 3개월 차에 급격히 감소한 이후 점진적으로 감소하였다. 이는 매실청과 매실과육청의 β -glucosidase에 의한 시안배당체의 분해 속도와 매실 과실 및 과육에서 시안배당체가 용출되는 속도가 숙성 2개월 차까지 유사하였고, 이후에는 시안배당체에 대한 β -glucosidase의 영향이 삼투압에 의한 영향(시안배당체 용출)보다 더욱 크기 때문으로 생각된다. 그래서 액분리를 통해 시안배당체를 지속해서 용출하는 매실 과실과 과육을 제거하기 때문에 액분리한 매실청 및 매실과육청의 아미그달린 및 프루나신 함량은 숙성기간에 걸쳐 액분리하지 않은 것들에 비해 현저히 낮은 수준을 나타내었다. 한편 이미 설명한 것처럼 아미그달린 및 프루나신 함량은 숙성기간에 걸쳐 모든 매실청과 매실과육청에서 당침 기간에 따른 제조조건별 시안배당체 함량 차이를 대체로 유지하며 감소하는 경향을 나타내었다. 다만 WF5N과 WF6N, WF5S와 WF6S, WS5S와 WS6S, WO5N과 WO6N의 매실청 조합들과 FF5N과 FF6N, FF5S와 FF6S, FO5S와 FO6S의 매실과육청 조합들은 저장기간이 길어질수록 아미그달린 함량이 서로 수렴하여 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 현상은 프루나신 함량에 있어 WO5N과 WO6N, WO5S와 WO6S의 매실청 조합과 FF5S와 FF6S, FO5S와 FO6S의 매실과육청 조합에서도 관찰되었다. 전반적으로 매실청 제조에 있어 액분리는 시안배당체 저감 매실청을 위해 필수적인 제조과정인 것으로 생각된다.

매실청 완성품의 시안배당체

상업적 매실청 제조과정에 따라 6개월 숙성이 완료된 후 매실청과 매실과육청을 여과하고 85°C에서 30분간 열처리하여 매실청 및 매실과육청 완성품을 제조하였다. 매실청

및 매실과육청 완성품의 아미그달린 및 프루나신 함량을 분석하고 이들의 총합을 총 시안배당체 함량으로 하여 Table 3에 제시하였다. 아미그달린 및 프루나신 함량은 제조조건에 따른 매실청 및 매실과육청 완성품(Table 3)과 숙성 6개월 차 매실청 및 매실과육청(Fig. 1 & 2) 완성품 사이에서 통계적 유의성이 관찰되지 않았다. 따라서 상업적 매실청 제조과정 중 여과 및 열처리 공정은 매실청 및 매실과육청의 시안배당체 함량 증감에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 매실청 및 매실과육청 완성품의 아미그달린과 프루나신은 숙성기간 동안 감소하는 양상이 제조조건 별로 일관되지 않아 총 시안배당체 함량을 기준으로 매실청 및 매실과육청 완성품의 시안배당체 함량에 대한 제조조건에 영향을 설명하였다. 총 시안배당체 함량은 매실과육청 완성품이 매실청 완성품보다(Cho et al., 2019; Kim et al., 2002), 액분리 했을 때가 하지 않았을 때보다 낮은 수준이었다. 매실-당 혼합비율과 액분리 여부 내에서 매실과육청 완성품의 총 시안배당체 함량은 당의 종류에 영향을 받지 않았으나, 매실청 완성품의 총 시안배당체 함량은 당의 삼투압 순서와 함께 고과당 > 정백당 > 이소말토올리고당 순서로 높았다(Mun et al., 2019). 액분리를 하지 않았을 때, 다른 조건이 같으면 매실-당 혼합비율 5:5가 6:4보다 낮은 총 시안배당체 함량을 나타내었다. 그러나 액분리를 하였을 때, 당 종류 내 매실과육청 완성품은 매실-당 혼합비율 5:5에서 매실-당 혼합비율 6:4보다 총 시안배당체 함량이 낮았으나, 매실청 완성품은 반대의 경향을 나타내었다. 전반적인 결과를 종합하면, 가장 낮은 시안배당체 함량은 당 종류에 관련 없이 매실 과육과 당을 중량 기준으로 5:5로 혼합하여 4개월간 당침하고 액분리하여 6개월간 숙성한 매실과육청 완성품에서 발견되었다.

매실청 완성품의 가용성 고형물

매실청 완성품의 가용성 고형물 함량을 Table 3에 제시하였다. 제조조건에 따른 매실청과 매실과육청 완성품의 가용성 고형물은 각각 33.4-61.7°Bx와 32.2-59.5°Bx의 범위를 나타내었다. 매실 부위별, 매실-당 혼합비율별, 액분리 여부별 매실청 완성품의 가용성 고형물에 대한 어떤 특징적인 경향은 발견되지 않았다. 본 연구의 매실 원료는 경상남도 하동군의 매실청 가공업체에서 매실청을 생산하기 위해 하동군 지역 매실 농가들에서 품종 구분 없이 수매한 것을 구매하여 사용하였다. 수확기 매실의 수분함량은 품종에 영향을 받지 않으나 삼투압에 의한 수분 및 영양성분의 용출에 영향을 미치는 요인들(매실 단위 개수당 총 중량, 씨와 과육의 중량, 매실 과육의 경도)은 매실 품종별로 상이하하다(Shin, 1995; Song et al., 1997). 따라서 본 연구의 결과는 매실청 및 매실과육청 제조 시 사용한 매실 원료가 다양한 품종의 매실이 혼재되어 있기 때문으로 생각된다. 한편 다른 제조조건 내에서 매실청 및 매실과육청

Table 3. Characteristics of maesil chungs prepared according to the experimental design, followed by filtration and heat treatment after aging for 6 months

Sample	Cyanogenic glycoside (ppm)			SM ¹ (°Bx)	TC ¹ (%)	Organic acid (%)			TP ¹ (ppm)
	Total	Amygdalin	Prunasin			Total	Malic acid	Citric acid	
FF5N	24.3±0.3 ^{jk}	20.8±0.3 ^{kl}	3.6±0.1 ^{ij}	42.9±0.1 ^{lm}	34.5±0.3 ^l	3.8±0.0 ^{ef}	0.9±0.0 ^{ef}	2.9±0.1 ^{de}	107.2±0.0 ⁿ
WF5N	283.6±2.1 ^a	255.9±2.4 ^a	27.7±0.5 ^a	42.4±0.2 ⁿ	36.2±0.1 ^k	3.0±0.1 ^l	1.0±0.0 ^{de}	2.0±0.1 ^{hijk}	122.2±0.3 ^l
FS5N	19.2±0.2 ^{lm}	15.2±0.2 ^{mn}	4.0±0.1 ^{ij}	56.7±0.1 ^d	56.2±0.2 ^d	3.0±0.1 ^{hi}	0.8±0.0 ^{fg}	2.3±0.1 ^{fgh}	99.3±0.1 ^o
WS5N	251.1±1.7 ^c	223.5±2.1 ^c	27.6±0.5 ^a	60.3±0.3 ^b	65.9±0.6 ^b	2.3±0.0 ⁱ	0.8±0.0 ^{fg}	1.6±0.1 ^{kl}	82.6±0.1 ^q
FO5N	21.1±0.4 ^{kl}	17.6±0.3 ^{lm}	3.5±0.0 ^{jk}	46.4±0.0 ⁱ	41.2±0.7 ⁱ	3.4±0.1 ^{gh}	0.9±0.0 ^{ef}	2.6±0.1 ^{ef}	137.2±0.0 ^h
WO5N	221.0±2.2 ^e	199.5±2.4 ^e	21.4±0.4 ^c	42.0±0.0 ^o	43.2±0.3 ^h	2.9±0.0 ⁱ	1.0±0.0 ^{de}	1.9±0.1 ^{hijk}	119.6±0.1 ^m
FF6N	24.4±0.4 ^{jk}	21.1±0.3 ^{kl}	3.3±0.1 ^{jk}	37.0±0.0 ^r	25.3±0.4 ⁿ	0.7±0.0 ^l	0.2±0.1 ⁱ	0.5±0.0 ^m	193.2±0.1 ^e
WF6N	275.8±2.2 ^b	251.2±2.6 ^b	24.6±0.7 ^b	33.4±0.2 ^u	21.4±0.2 ^o	2.8±0.0 ⁱ	0.9±0.0 ^{ef}	2.0±0.0 ^{hij}	165.8±0.3 ^d
FS6N	28.4±0.3 ^j	24.0±0.2 ^k	4.4±0.1 ⁱ	50.2±0.0 ^f	38.8±0.1 ^j	4.6±0.1 ^b	1.2±0.0 ^{bc}	3.5±0.1 ^{bc}	135.7±0.4 ⁱ
WS6N	274.5±2.4 ^b	252.3±1.9 ^{ab}	22.2±0.6 ^c	48.1±0.1 ^h	46.5±0.3 ^f	3.4±0.2 ^{gh}	1.3±0.1 ^{ab}	2.1±0.3 ^{ghi}	119.7±0.0 ^m
FO6N	25.0±0.4 ^k	21.6±0.4 ^{kl}	3.3±0.1 ^{jk}	42.7±0.1 ^{mn}	49.7±0.6 ^e	6.0±0.1 ^a	1.4±0.0 ^a	4.6±0.1 ^a	275.3±0.3 ^g
WO6N	230.6±2.9 ^d	209.2±3.0 ^d	21.4±0.3 ^c	36.0±0.0 ^s	35.9±0.2 ^k	3.8±0.1 ^f	1.3±0.0 ^{ab}	2.5±0.0 ^{efg}	142.1±0.4 ^g
FF5S	12.3±0.3 ^{no}	10.2±0.2 ^o	2.1±0.0 ^l	41.2±0.0 ^p	35.1±0.7 ^{kl}	3.7±0.1 ^{fg}	0.9±0.0 ^{ef}	2.9±0.1 ^{de}	120.3±0.3 ^m
WF5S	163.2±1.3 ^f	147.9±1.3 ^f	15.3±0.1 ^f	43.4±0.0 ^k	41.9±0.2 ⁱ	3.1±0.2 ^{hi}	1.0±0.0 ^{de}	2.1±0.1 ^{ghi}	136.3±0.4 ^{hi}
FS5S	12.4±0.1 ^{no}	10.3±0.1 ^o	2.1±0.0 ^l	59.5±0.1 ^c	42.0±0.3 ^{hi}	4.2±0.0 ^{cd}	1.0±0.0 ^{de}	3.3±0.1 ^{bcd}	94.6±0.4 ^p
WS5S	142.0±2.2 ^g	123.5±2.2 ⁱ	18.6±0.2 ^d	61.7±0.1 ^a	61.6±0.3 ^c	2.0±0.0 ^k	0.7±0.0 ^g	1.3±0.1 ^l	164.6±0.7 ^{de}
FO5S	12.1±0.2 ^o	10.1±0.2 ^o	2.0±0.0 ^l	46.0±0.0 ^j	46.4±0.5 ^f	2.2±0.1 ^{jk}	0.5±0.0 ^h	1.7±0.1 ^{ijkl}	163.5±0.4 ^e
WO5S	109.8±1.0 ⁱ	96.2±1.3 ^j	13.6±0.3 ^g	43.2±0.0 ^{kl}	41.6±0.6 ⁱ	2.9±0.1 ⁱ	1.0±0.0 ^{de}	1.9±0.1 ^{hijk}	164.6±0.7 ^{de}
FF6S	14.4±0.3 ^{no}	12.4±0.2 ^{no}	2.0±0.1 ^l	32.2±0.2 ^v	21.9±0.4 ^o	4.5±0.1 ^{bc}	1.0±0.0 ^{de}	3.5±0.1 ^{bc}	164.0±0.4 ^e
WF6S	146.3±1.6 ^g	134.9±1.7 ^g	11.4±0.2 ^h	35.7±0.1 ^s	25.9±0.0 ⁿ	3.9±0.2 ^{def}	1.3±0.0 ^{ab}	2.6±0.3 ^{ef}	164.7±0.6 ^{de}
FS6S	16.5±0.2 ^{mn}	13.9±0.2 ^{mno}	2.6±0.1 ^{kl}	51.1±0.1 ^e	44.6±0.1 ^g	4.6±0.1 ^b	1.0±0.0 ^{de}	3.7±0.1 ^b	131.7±0.3 ⁱ
WS6S	134.6±1.2 ^h	121.3±1.3 ⁱ	13.3±0.2 ^g	49.0±0.1 ^g	77.3±0.1 ^a	2.8±0.1 ⁱ	1.1±0.0 ^{cd}	1.8±0.1 ^{ijk}	129.0±0.4 ^k
FO6S	12.8±0.3 ^{no}	10.8±0.3 ^{no}	1.9±0.0 ^l	38.2±0.0 ^q	32.5±0.4 ^m	4.1±0.0 ^{cd}	0.9±0.0 ^{ef}	3.2±0.0 ^{cd}	218.2±0.7 ^b
WO6S	142.5±1.4 ^g	129.5±1.5 ^h	12.9±0.2 ^g	35.1±0.2 ^l	34.3±0.1 ^l	3.8±0.1 ^f	1.2±0.0 ^{bc}	2.6±0.1 ^{ef}	143.8±0.7 ^f

¹Mean values of three replicate measurements; values sharing the same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

¹SM, soluble material; TC, total carbohydrate; TP, total polyphenol.

완성품의 가용성 고형물은 대체로 정백당 > 이소말토올리고당 > 고과당의 순서로 높았다. 이는 본 연구에서 사용한 고과당과 이소말토올리고당은 액상당으로 약 20-25% 사이의 수분을 함유하고 있어 매실로부터 삼투압에 의해 용출되는 가용성 고형물을 희석하게 된다(Mun et al., 2019). 또한 고과당은 이소말토올리고당보다 삼투압이 높아(Mun et al., 2019) 매실로부터 가용성 고형물뿐만 아니라 수분을 더욱 용출시켜 매실청 및 매실과육청의 가용성 고형물을 더욱 희석하게 한다.

매실청 완성품의 총당

매실청 완성품의 총당 함량을 Table 3에 제시하였다. 매실청과 매실과육청 완성품의 총당 함량은 각각 21.4-77.3%와 21.9-56.2% 범위에 있었다. 매실청과 매실과육청 완성품의 총당 함량은 매실-당 혼합비율과 액분리 여부에 영향을 받지 않았다. 그러나 FF6N과 WF6N, FO6N과 WO6N, FO5S와 WO5S 조합을 제외하고 매실과육청 완성품이 매실청 완성품보다 대체로 낮은 총당 함량을 나타내었다. 씨

를 제거한 매실 과육은 매실(수분함량이 상대적으로 적은 씨 포함)보다 동일 중량에서 상대적으로 많은 수분을 함유하고 있어서 매실과육청 완성품이 매실청 완성품보다 높은 수분함량을 나타내기 때문에, 동일 중량의 당을 첨가하였다 하더라도 당 함량은 상대적으로 낮아지게 되는 것 같다. 또한 가용성 고형물에서 관찰된 것과 유사하게 매실청 및 매실과육청 완성품의 총당 함량은 대체로 정백당 > 이소말토올리고당 > 고과당 순서로 증가하였다. 이는 가용성 고형물에서 설명한 것처럼 액상당인 고과당과 이소말토올리고당의 자체 수분과 이들의 삼투압 차에 따라 용출되는 수분량에 의해 당 함량이 희석되기 때문으로 생각된다.

매실청 완성품의 유기산

매실의 주요 유기산은 사과산(malic acid)과 구연산(citric acid)이고 옥살산이 극히 미량 검출되며(Shin, 1995), 매실의 당침-숙성을 통해 제조된 매실청도 역시 주요 유기산은 사과산, 구연산이며 이외 옥살산, 유산, 초산, 호박산도 검출되나 이들의 총합은 0.2%를 넘지 않는다(Son et al.,

2017; Mun et al., 2019; Kim & Yoo, 2021). 그래서 본 연구의 매실청 완성품에서 사과산과 구연산만을 정량하고, 이들의 합을 유기산 총량을 하여 Table 3에 나타내었다. 모든 매실청 및 매실과육청 완성품은 구연산 함량이 사과산 함량보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었고, 이는 Son et al. (2017), Mun et al. (2019)과 Kim & Yoo (2021)의 보고와 유사하다. 매실이 성숙하면서 사과산이 구연산으로 전환되면서 사과산 함량은 감소하고 구연산 함량은 증가하여 수확기의 매실은 사과산보다 높은 함량의 구연산을 함유하고 있다(Shin, 1995; Song et al., 1997). 이러한 매실을 이용하여 담근 매실청은 당침 중에 매실의 사과산과 구연산 함량 차이와 유사한 수준을 나타내고, 숙성 중 유기산 함량은 지속해서 증가하는데 구연산은 급격히 증가하는데 반해 사과산의 증가율은 미미하건 소폭 감소하는 경향을 나타낸다(Son et al., 2017; Mun et al., 2019; Kim & Yoo, 2021). 그래서 숙성된 매실청과 매실과육청 완성품에서 구연산 함량이 사과산 함량보다 2-4배 높은 수준을 나타낸다. 매실청 및 매실과육청 완성품의 유기산 함량에 대한 제조조건의 영향은 본 연구에서 단일 품종의 매실을 사용한 것이 아니기에 사과산과 구연산의 합으로 설명하였다. 당 종류와 액분리 여부는 매실청 및 매실과육청 완성품의 유기산 함량에 대한 특징적인 경향을 보이지 않았다. FF6N과 WF6N 및 FO5S와 WO5S 조합을 제외하고 매실과육청 완성품의 유기산 함량은 매실청 완성품보다 높은 수준을 나타내었다. 매실의 유기산은 씨보다 과육 부위에 주로 함유되어 있다(Shin, 1995; Song et al., 1997). 그래서 매실청과 매실과육청을 담글 때, 동일 중량의 매실 원료를 사용하면 매실과육청이 유기산을 주로 함유한 매실과육을 매실청의 매실 씨 무게만큼 더 함유하기 때문에 매실과육청 완성품의 유기산 함량이 높게 된다. 매실-당 혼합비에 관해, FF5N과 FF6N, FO5S와 FO6S, WO5S와 WO6S 조합을 제외한 매실청과 매실과육청 완성품에서 매실-당 혼합비율 6:4로 담근 것이 매실-당 혼합비율 5:5로 담근 것보다 높은 수준의 유기산 함량을 나타내었다. 이것은 매실청과 매실과육청은 동일 중량으로 담갔을 때 매실 원료 사용량이 매실-당 혼합비율 6:4에서 5:5보다 매실 원료의 사용량이 많기 때문이다.

매실청 완성품의 총 폴리페놀성 화합물

매실청과 매실과육청의 총 폴리페놀 함량을 Table 3에 제시하였다. 매실청과 매실과육청의 총 폴리페놀성 화합물 함량은 각각 82.6-165.8 ppm과 94.6-275.3 ppm의 범위를 나타내었다. 제조조건(매실 부위, 당 종류, 매실-당 혼합비율, 액분리 여부)에 따른 총 폴리페놀성 함량의 특징적인 경향은 발견되지 않았다. 당침 초기에 매실 원료로부터 용출되는 폴리페놀성 화합물의 함량은 가압여부에 따라 차이가 있지만, 당침 완료 시에는 가압여부와 상관없이 폴리페

놀성 화합물 함량이 유사하다(Park et al., 2020). 이는 수용성의 당 용액으로 용출될 수 있는 폴리페놀성 화합물이 한정되어 있다는 것을 암시한다. 당침 완료 후 숙성하는 과정 중 매실청의 색은 점점 진한 갈색을 보이며(Choi & Kim, 2020) 폴리페놀성 화합물 함량은 지속해서 증가한다(Park et al., 2020; Kim & Yoo, 2021). Choi & Kim (2020)은 3개월 간 당침하여 액분리하고 3개월간 숙성한 매실청에서 갈변의 중간물질인 5-hydroxymethyl furfural이 다량 검출됨을 보고하였다. 따라서 매실청의 폴리페놀성 화합물 함량은 매실 원료로부터 용출된 것뿐만 아니라 숙성 중 매실로부터 용출된 단백질 또는 아미노산(Song et al., 1997)과 당 사이의 마이야르 반응(Maillard reaction)에 의한 갈변물질을 모두 포함하는 것 같다. 결과적으로 본 연구에서 매실청과 매실과육청 완성품의 총 폴리페놀성 화합물 함량에 관한 제조조건의 영향이 특징적이지 않은 것은 숙성 중 일어나는 갈변반응의 영향인 것으로 생각된다. 한편 고과당 및 정백당 보다 이소말토올리고당을 이용하여 담근 매실청과 매실과육청에서 상대적으로 높은 함량의 총 폴리페놀성 화합물이 검출되었는데(FO5N, FO6N, FO5S, WO5S, FO6S), 이는 당침 및 숙성 중 이소말토올리고당이 분해되어(Bae & Yoo, 2019) 마이야르 반응이 쉽고 빠른 포도당(Chun et al., 1986)을 지속해서 배출하였기 때문으로 생각된다.

요 약

청매실을 이용하여 제조조건별(매실 부위, 당 종류, 매실-당 혼합비율, 액분리 여부) 매실청을 제조하고 당침 및 숙성 기간에 따라 시안배당체(아미그달린 및 프루나신) 함량 변화를 추적 조사하였다. 매실 전체 과실과 과육을 이용하여 제조한 매실청(이하 각각 매실청과 매실과육청)은 당침 4개월 차에 시안배당체 함량이 최고치에 도달한 후 숙성 동안 지속해서 감소하였다. 당침이 완료된 후 액분리를 수행하였을 때, 매실청과 매실과육청의 시안배당체 함량은 숙성 1개월 차부터 즉각적으로 감소하였지만, 액분리하지 않은 경우에는 숙성 2개월 차까지 당침 완료 시의 시안배당체 함량과 유사한 수준을 유지하다 숙성 3개월 차부터 감소하기 시작하였다. 매실과육청의 시안배당체 함량은 매실청에 비해 아미그달린은 약 7-8.5배, 프루나신은 약 5-8배 낮았다. 매실청과 매실과육청의 시안배당체 함량은 고과당 > 정백당 > 이소말토올리고당 순서로 높았으며, 이는 당의 삼투압 수준과 일치하였다. 매실-당 혼합비율 6:4로 담근 매실청과 매실과육청이 매실-당 혼합비율 5:5로 담근 것보다 전체적으로 높은 시안배당체 함량을 나타내었다. 이상의 결과를 종합하면, 시안배당체 함량을 낮출 수 있는 제조방법은 매실 과육을 당 종류는 상관없이 당과 중량기준으로 5:5로 혼합하여 4개월간 당침한 후 액분리하여 숙

성하는 것이었으며, 가능한 긴 숙성기간이 시안배당체 저감에 더욱 효과적이었다. 상업적 매실청 제조과정에 따라 6개월 숙성이 완료된 매실청과 매실과육청으로부터 매실과 매실과육을 제거하고 여과하여 펄프질 물질을 거른 후 85°C에서 30분간 열처리 하여 매실청과 매실과육청 완성품을 제조하였다. 여과와 열처리 공정은 시안배당체 함량 저감에 영향을 미치지 않았다. 매실청과 매실과육청 완성품의 가용성 고형물은 대체로 정백당 > 이소말토올리고당 > 고과당 순서로 높았으며, 총당 함량도 유사한 경향을 나타내었다. 유기산 함량의 경우, 모든 매실청과 매실과육청에서 구연산이 사과산보다 높은 수준을 나타내었고, 전반적으로 매실과육을 이용하여 매실-당 혼합비율 6:4로 담근 매실과육청이 높은 수준의 유기산 함량을 나타내었다. 총 폴리페놀성 화합물 함량은 제조조건에 따라 특징적인 경향을 보이지 않았고, 매실청 및 매실과육청의 폴리페놀성 화합물은 매실 원료와 숙성 중 같변으로부터 유래하는 것 같다. 이상을 결과를 전반적으로 고려할 때, 시안배당체 저감 매실청은 매실과육을 원료로 정백당과 중량기준으로 5:5로 혼합하여 4개월간 당침하고 액분리하여 6개월 이상 숙성 후 여과-열처리를 거쳐 제조하는 것이 시안배당체 함량, 저장성 및 영양적 측면에서 적절한 것 같다.

감사의 글

본 연구는 식품의약품안전처의 연구개발비(과제번호 22192MFDS006)로 수행되었으며 이에 감사드립니다. 또한 본 연구는 2023년 경기대학교 대학원 연구원장학생 장학금 지원에 의하여 수행되었습니다.

References

- Bae MJ, Yoo SH. 2019. Changes in oligosaccharide content during the storage period of maesil cheong formulated with functional oligosaccharides. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 169-175.
- Barakat H. 2020. Amygdalin as a plant-based bioactive constituent: a mini-review on intervention with gut microbiota, anticancer mechanisms, bioavailability, and microencapsulation. *Proceedings* 61: 15.
- Borron SW, Baud FJ. 2012. Antidotes for acute cyanide poisoning. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 13: 1940-1948.
- Chenarides L, Grebitus C, Lusk JL, Printezis I. 2020. Food consumption behavior during the COVID-19 pandemic. *Agribusiness* 37: 44-81.
- Cho JW, Kim BY, Choi SJ, Jeong JB, Kim HS. 2019. Change in amygdalin contents of maesil (*Prunus mume*) wine according to preparation steps and its characteristics. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 42-47.
- Choi HW, Kim HS. 2020. Amygdalin and quality characteristics of maesil chung by different cultivars of maesil (*Prunus mume*). *Food Eng. Prog.* 24: 285-291.
- Choi BG, Koh EM. 2016. Changes of ethyl carbamate and its precursors in maesil (*Prunus mume*) extract during one-year fermentation. *Food Chem.* 209: 318-322.
- Chun YH, Kim CK, Kim WJ. 1986. Effect of temperature, pH and sugars on kinetic property of Maillard reaction. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18: 55-60.
- Eftimov T, Popovski G, Petković M, Seljak BK, Kocev D. 2020. COVID-19 pandemic changes the food consumption patterns. *Trends Food Sci. Technol.* 104: 268-272.
- Go MR, Kim HJ, Yu J, Choi SJ. 2018. Toxicity and toxicokinetics of amygdalin in maesil (*Prunus mume*) syrup: Protective effect of maesil against amygdalin toxicity. *J. Agric. Food Chem.* 66: 11432-11440.
- Humbert JR, Tress JH, Braico KT. 1977. Fatal cyanide poisoning: accidental ingestion of amygdalin. *JAMA*, 238: 482.
- Jaszczak E, Polkowska Z, Narkowicz S, Namieśnik J. 2017. Cyanides in the environment—analysis—problems and challenges. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24: 15929-15948.
- Kim HJ, Go MR, Yu J, Hwang JS, Choi HW, Kim HS, Choi SJ. 2018. Toxicokinetics and oral toxicity of maesil-cheongs with reduced amygdalin levels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 629-635.
- Kim JG, Yoo SH. 2021. Compositional changes in maesil-cheong formulated with turanose during the storage period. *Korean J. Food Sci. Technol.* 53: 688-694.
- Kim YD, Kang SK, Hyun KH. 2002. Contents of cyanogenic glucosides in processed foods and during ripening of ume according to varieties and picking data. *Korean J. Food Preserv.* 9: 42-45.
- Ko SM, Yang JB. 2009. Antimicrobial activity of extracts of *Prunus mume* by sugar. *Korean J. Food Precerv.* 16: 759-764.
- Kwon GM, Kim JW, Youn KS. 2013. Effect of pretreatment and packaging methods on quality of cold vacuum dried peach. *Korean J. Food Preserv.* 20: 317-322.
- Lamarche B, Brassard D, Lapointe A, Laramée C, Kearney M, Côté M, Bélanger-Gravel A, Desroches S, Lemieux S, Plante C. 2021. Changes in diet quality and food security among adults during the COVID-19-related early lockdown: results from NutriQuébec. *Am. J. Clin. Nutr.* 113: 984-992.
- Lee YS, Ryu SH. 2022. Qualitative research on mothers' stress level of meal preparation and change of food consumption pattern in context of COVID-19. *The Journal of the Korea Contents Association.* 22: 695-709.
- Mun KH, Lee HC, Jo AH, Lee SH, Kim NYS. 2019. Effect of sugared sweeteners on quality characteristics of *Prunus mume* fruit syrup. *Korean J. Food Nutr.* 32: 161-166.
- Otsuka T, Tsukamoto T, Tanaka H, Inada K, Utsunomiya H, Mizoshita T, Kumagai T, Katsuyama T, Miki K, Tatematsu M. 2005. Suppressive effects of fruit-juice concentrate of *Prunus mume* Sieb. et Zucc. (Japanese apricot, ume) on *Helicobacter pylori*-induced glandular stomach lesions in Mongolian gerbils. *Asian Pac. J. Cancer P.* 6: 337-341.
- Park GY, Jang HW, Kim KM, Hwang Y, Kim HY, Cho YS. 2020. Effect of storage temperature and pressure plate treatment on chemical composition in *Prunus mume* sugar extracts. *Food Eng. Prog.* 24: 309-316.
- Park MS, Lee MS, Park HU. 2017. Changes in fruit consumption trends and countermeasures of the fruit industry. *KREI Research*

- Reports R823. Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea. Available from: <https://www.krei.re.kr/eng/researchReportView.do?key=355&biblioId=510158&pageType=010101&searchCnd=all&searchKrd=&pageIndex=3>. Accessed Oct. 19, 2023.
- Park WP, Lee SC, Kim SY, Choi SG, Heo HJ, Cho SH. 2008. Separation and identification of antimicrobial substances from *Prunus mume* extract. Korean J. Food Preserv. 15: 878-883.
- Ramalingam S, Bahuguna A, Al-Ansari MM, Gnanendra S, Lati-fah Al-H, Lee JS, Kim MH. 2022. Whole-genome analysis guided molecular mechanism of cyanogenic glucoside degradation by yeast isolated from *Prunus mume* fruit syrup. Chemosphere 307: 136061.
- Ramalingam S, Kob YK, Lee JS, Bahuguna A, Kim M. 2022. Effects of the fruit maturity, processing method, and fermentation time on the physicochemical, functional, and microbial properties of *Prunus mume* (maesil) sugar syrup during a 1-year fermentation period. LWT-Food Sci. Technol. 159: 113174.
- Sheo HJ, Lee MY, Chung DL. 1990. Effect of *Prunus mume* extract on gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. J. Korean Soc. Food Nutr. 19: 21-26.
- Shim JH, Park MW, Kim MR, Lim KT, Park ST. 2002. Screening of antioxidant in Fructus mune (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) extract. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 45: 119-123.
- Shin SC. 1995. Changes in components of ume fruit during development and maturation. J. Oriental Bot. Res. 8: 259-264.
- Shragg TA, Albertson TE, Fisher CJ. 1982. Cyanide poisoning after bitter almond ingestion. West. J. Med. 136: 65-69.
- Son SJ, Jeong YJ, Kim SY, Choi JH, Kim NY, Lee HS, Bae JM, Kim SI, Lee HS, Shin JS, Han JS. 2017. Analysis of amygdalin of content *Prunus mume* by variety, harvest time, and fermentation conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 46: 721-729.
- Song BH, Choi KS, Kim YD. 1997. Changes of physicochemical and flavor components of ume according to varieties and picking date. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products 4: 77-85.
- Suchard JR, Wallace KL, Gerkin RD. 1998. Acute cyanide toxicity caused by apricot kernel ingestion. Ann. Emerg. Med. 32: 742-744.
- Tsuchidaa Y, Sayo O, Nobuki G, Yoshiaki N, Takaaki O, Noriaki J. 2019. Effect of maturity and after-ripening on the formation of gel in the syrup made from Japanese apricot 'Suiko' fruits. Sci. Hortic. 247: 101-106.
- Yildirim AN, Akinci-Yildirim F, Polat M, San B, Sesli Y. 2014. Amygdalin content in kernels of several almond cultivars grown in turkey. Hort. Sci. 49: 1268-1270.
- Zhong Y, Xu T, Chen Q, Li K, Zhang Z, Song H, Wang M, Wu X, Lu B. 2020. Development and validation of eight cyanogenic glucosides via ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry in agri-food. Food Chem. 331: 127305.

Author Information

- 배시연:** 경기대학교 일반대학교 식품생물공학과 석사과정
박수원: 경기대학교 일반대학원 식품생물공학과 석사과정
장채민: 경기대학교 바이오융합학부 식품생물공학전공 학사과정
이현준: 중앙대학교 식품공학과 박사과정
이지현: 중앙대학교 식품공학과 교수
이광원: 고려대학교 일반대학원 생명공학원 교수
김현석: 경기대학교 바이오융합학부 식품생물공학전공 교수